

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Тарабаров С. Б., Шунков В. В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Постійно зростаюча складність радіоелектронної апаратури потребує зміни традиційних підходів до проведення моделювання та інженерних розрахунків. Використання класичних алгоритмів оптимізації приводить до значного зростання часу розрахунків та хибних результатів. Цільові функції сучасної радіоелектронної апаратури (РЕА) характеризуються великою кількістю параметрів, великим об'ємом експериментальних даних та підвищеними вимогами до точності розрахунків. Подальше збільшення тактових частот процесорів малоефективне. Водночас, перелічені вище проблеми усуваються при застосуванні багатопоточних обчислювальних систем.

Аналіз реалізації багатопоточної обробки сигналів [1] показує, що обчислення на багатопоточних системах ефективніші за обчислення на традиційних процесорах та цифрових сигнальних процесорах.

На сьогоднішній день існує декілька загальноприйнятих засобів організації паралельних обчислень: багатоядерні процесори (CPU), багатопроекторні системи, графічні процесори (GPU) та спеціалізовані мікросхеми (ASIC та ПЛІС). Кожен з вищеназваних варіантів має як переваги так і недоліки. Наприклад, розрахунки на GPU ефективні при обчисленні великих матриць та обробці зображень. Розрахунки на багатоядерних процесорах ефективні для ітераційних алгоритмів, але ефективність роботи з великими матрицями обмежена малою кількістю обчислювальних ядер. Розрахунки на спеціалізованих мікросхемах ефективні лише у вузькій області задач. Для деяких алгоритмів існує обмеження прискорення обчислень при зростанні числа потоків – закон Амдала [2].

Проведений аналіз показав, що кожна з систем дозволяє прискорити обчислення, але кожна система має архітектурні особливості зумовлені її основним призначенням.

Застосування багатопоточних систем дозволяє значно покращити швидкість обчислень. Компанія NVidia в 2011 році представила систему, яка дозволяє робити операції на працюючому серці без його зупинки [3]. Точні та швидкі переміщення робочого інструменту розраховуються за допомогою графічного процесора. Переміщення інструменту розраховується таким чином, щоб інструмент та тканини серця були взаємно нерухомі.

Значною перевагою розвитку паралельних обчислювальних систем є можливість реалізації штучних нейронних мереж. На основі нейронних мереж компанією Tesla Motors був реалізований автопілот для автомобіля [4].

Він дозволяє безпечно керувати автомобілем без участі водія. Багатократне прискорення обчислень дозволило реалізувати не тільки алгоритми керування автомобілем, а й алгоритми передбачення аварій.

Із появою технології Blockchain та віртуальних валют виникла необхідність в ефективному розрахунку хеш-суми. На початковому етапі використовувалися графічні процесори та масиви графічних процесорів. З появою спеціалізованих мікросхем, які спроектовані для виконання лише операції розрахунку хеш-суми, продуктивність значно зросла.

Оптимальним рішенням з точки зору універсальності є гібридні системи: CPU+GPU(GPGPU), CPU+співпроцесор, CPU+ASIC тощо.

В табл. 1 наведено порівняння основних апаратних обчислювальних засобів, які дозволяють виконувати розрахунки більше ніж одним потоком.

Таблиця 1 Особливості обчислювальних засобів

Назва	Кількість потоків	Особливості	Область застосування
Багатоядерний процесор	До 32	Ефективний для складних операцій	Моделювання складних процесів, обробка сигналів, наукові розрахунки
Багатопроесорна система	Необмежено	Складність взаємодії між потоками	Наукові розрахунки
Графічний процесор	До 2048	Обмежений набір команд	Матричні операції, обробка зображень та сигналів
ASIC-процесор	До 32	Ефективний тільки для однотипних операцій	Обробка сигналів, розрахунок складних математичних функцій
Математичний співпроцесор	64	Висока ефективність при виконанні математичних операцій	Наукові розрахунки, обробка сигналів

Аналіз показує, що кожна з систем має суттєві архітектурні відмінності, що ускладнює створення універсальних платформ-незалежних програм. У більшості мов програмування є засоби для роботи з багатопоточними системами, але вони не є стандартизованими. При програмуванні таких систем необхідно враховувати архітектурні особливості. Для програмування графічних процесорів застосовують OpenGL та Vulkan API. Для програмування багатоядерних процесорів існують такі засоби як OpenMP, C++ Threads, Qt Concurrent та інші. Програмування багатопроесорних систем вимагає явного розділення програми на обчислювальні задачі або застосування спеці-

алізованих драйверів операційної системи. Для ASIC-процесорів та математичних співпроцесорів необхідна наявність драйверів операційної системи.

Існує декілька інструментів, що дозволяють абстрагуватись від апаратної реалізації процесорів: Intel OpenCL, NVidia CUDA та інші. Хоча інструменти і мають рівень абстракції вищий ніж апаратно-залежні, але для ефективного вирішення обчислювальних задач все ще потрібно враховувати архітектурні особливості процесорів. В [5] розглянута проблема ефективності OpenCL при роботі з графічним процесором.

Актуальною задачею сьогодення є створення універсального програмного інтерфейсу, який дозволить ефективно вирішувати обчислювальні задачі не залежно від апаратних ресурсів комп'ютера. Це може бути API(application program interface), що матиме доступ до системних драйверів ОС та надаватиме універсальний інтерфейс для користувацьких програм.

Перелік посилань

1. Реутська Ю. Ю. Підвищення ефективності цифрової обробки сигналів в радіотехнічних системах / Ю. Ю. Реутська // Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 14–20 березня 2016 — К. : НТУУ «КПІ», 2016. — С. 41—43.
2. Закон Амдала — Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Амдала — Назва з екрану.
3. GPU NVIDIA позволят проводить операции на работающем сердце — Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/208830> — Назва з екрану.
4. Autopilot | Tesla — Режим доступу: <https://www.tesla.com/autopilot> — Назва з екрану.
5. OpenCL: универсальность и высокая производительность или не так все просто? — Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/125398> — Назва з екрану.

Анотація

Наведено основні апаратні засоби організації паралельних розрахунків. Проведено аналіз різновидів паралельних обчислювальних систем. Наведено один з важливих напрямків подальшого розвитку програмних інтерфейсів паралельних обчислювальних систем.

Ключові слова: процесор, CPU, GPU, багато поточність, паралельні розрахунки.

Аннотация

Приведены основные аппаратные средства организации параллельных вычислений. Проведен анализ разновидностей параллельных вычислительных систем. Определено одно из важных направлений дальнейшего развития программных интерфейсов параллельных вычислительных систем.

Ключевые слова: процессор, CPU, GPU, многопоточность, параллельные расчеты.

Abstract

The basic hardware for parallel computing are presented. Defined one of the important development direction of the program interfaces for parallel computing.

Keywords: processor, CPU, GPU, multithreading, parallel calculations.